Opłata pocztowa ryczałtowana. Nakład 10.000 egz.
Nr 7. Warszawa, dnia 7 Lipca 1925 r. Rok III.

TECHNIKA CIEPLNA

Organ Stowarzyszeń Dozoru Kotłów w Polsce.

REDAKCJA i ADMINISTRACJA: Księgarnia Techniczna, Warszawa, Fredry 2, m. 1. Telefon 147.
PRENUMERATA KWARTALNA: Zł. 3, Pojedyńczy zeszyt Zł. 1. CENY OGŁOSZEŃ 1/1 str. Zł. 160, 3/4 str. Zł. 135, 1/2 str. Zł. 100 1/4 str. Zł. 55, 1/8 str. Zł. 30. WKŁADKI: Zł. 15 od 1000 egzemplarzy DOPŁATY 50% na pierwszej i na ostatniej stronie okładki.



№ 7. Warszawa, 7 Lipca 1925 r. Rok III.

TECHNIKA CIEPLNA

ORGAN STOWARZYSZEŃ DOZORU KOTŁÓW W POLSCE.

Redaktor: Inż. techn. **JAN KOMARNICKI.**

Wydawca: **Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Polsce.**

REDAKCJA i ADMINISTRACJA: Księgarnia Techniczna, Warszawa, Fredry 2, m. 1. Tel. 147

PRENUMERATA KWARTALNA: Zł. 3. Pojedyńczy zeszyt Zł. 1. CENY OGŁOSZEŃ: 1/1 str. Zł. 160, 3/4 str. Zł. 135, 1/2 str. Zł. 100, 1/4 str. Zł. 55, 1/8 str. Zł. 30, WKŁADKI: Zł. 15 od 1000 egzemplarzy. DOPŁATY: 50% na pierwszej i ostatniej stronie okładki.

Prof. inż. E. CHROMIŃSKI. Kraków.

SAMOWYSTARCZALNOŚĆ POLSKI W ZAKRESIE BUDOWY KOTŁÓW PAROWYCH.

Referat wygłoszony dn. 9/III 1924 r. w Stow. Techników w Łodzi.

Już dawno utarło się wśród ekonomistów zdanie, że probierzem bogactwa i kultury danego kraju jest ilość wytwarzanego i zużywanego w niem żelaza. Polska zajmuje pod tym względem poślednie miejsce w rzędzie państw cywilizowanych. Kotły stanowią jedną z najważniejszych gałęzi przemysłu żelaznego. Pomimo że mamy w kraju poważne wytwórnie kotłów parowych, sprowadzamy kotły w dużej ilości z zagranicy. Zadaniem dzisiejszego zebrania będzie rozpatrzenie przyczyn tego zjawiska i wskazanie środków, zapobiegających dalszemu trwaniu takiego nienormalnego stanu rzeczy.

Samowystarczalność naszą w budowie kotłów rozpatrzeć pragnę na podstawie potrzeb naszego przemysłu. W tym celu zestawiłem ustroje kotłów, powszechnie używane, a odpowiednie dla przemysłu małego, średniego i dużego.

Do pierwszej grupy zaliczyłem kotły walczakowe i kotły pionowe czyli małe. Chociaż kotły walczakowe są typem przestarzałym, jak wszystkie kotły, posiadające płytę ogniową, lecz jako tanie i proste mogą być jeszcze używane w zakładach małych jak gorzelnie, tartaki i t. d., gdzie spala się jest drzewo lub odpadki. Kotły pionowe, będą potrzebne do mniejszych zakładów i tam gdzie szczupłość miejsca nie pozwala na ustawienie kotłów innych.

W drugiej grupie zamieszczam kotły płomienicowe, płomieniówkowe i zespoły obu tych typów.

Kotły płomienicowe odznaczają się prostą budową, wytwarzają dość dużo pary, mogą być stosowane przy nieszczególnej wodzie zasilającej, kotły zaś płomieniówkowe i zespoły z obu tych typów przy lepszej wodzie i tam, gdzie nie może być użyty kocioł inny, jak np. lokomobilowy w wiertnictwie, a parowozowy w kolejnictwie. Zapotrzebowanie tych kotłów jest i będzie duże w przemyśle małym i średnim.

Trzecią grupę stanowią kotły opłomkowe o opłomkach poziomych, (pochyłych) i pionowych.

Kotły o opłomkach poziomych, dają mniej pary, niż kotły o opłomkach pionowych, są jednak łatwe do czyszczenia i mogą być używane przy wodzie średniej jakości. Kotły zaś o opłomkach pionowych (np. ustroju Garbe i t. p.) wytwarzają stosunkowo więcej pary, lecz z powodu małej średnicy opłomek i trudnego do nich dostępu, wymagają one wody dobrej, (czyszczenie ich jest kłoptliwe), nadają się zatem tam, gdzie można kotły zasilać skroplinami ze skraplaczy powierzchniowych. Kotły opłomkowe można budować jako jednostki większe i o wyższej prężności, są one obecnie najwięcej stosowane w przemyśle średnim i większym.

Wszystkie w powyższych grupach wymienione kotły wytwarzane są w kraju nie gorzej niż zagranicą. Nie ma nigdzie ustrojów zasadniczo innych, któreby posiadały jakieś większe zalety od wyżej wymienionych kotłów, wyrobu krajowego, dlatego też można powiedzieć, że potrzeby naszego przemysłu w tym kierunku mogą całkowicie zaspokoić nasze wytwórnie.

Technika czyni obecnie duży krok naprzód i usiłuje przez zastosowanie wyższej prężności i wyższego przegrzania pary osiągnąć większą sprawność termiczną napędu parowego. Podniesieniem prężności pary zajmowano się dosyć dawno. Nie przewidywała jednak z tego większych korzyści teorja, a trudności i kosztów wykonania prób obawiała się praktyka. W ostatnich jednak latach poczyniono bardzo śmiałe próby zasto-

sowania pary o prężności 60 — 100 at do napędu silników tłokowych i turbin parowych. Trzeba stwierdzić, że pierwsze próby wypadły naogół pomyślnie, zaczekać jednak należy na wyniki prób dalszych, zanim wypowiedzieć będzie można sąd stanowczy o przyszłości tego zagadnienia. Sprawa ta jednak już o tyle dojrzewa, że zarysował się zupełnie wyraźnie sposób wytwarzania i zużytkowania pary wysokoprężnej, nie budzący wątpliwości zasadniczych.

Przypomnieć tu wypada o próbach Schmidta z silnikiem tłokowym napędzanym parą o prężności 60 at. Silnik ten o poczwórnem rozprężeniu zużywa około 20% mniej ciepła na 1 KM w godzinie, niż najlepsze silniki parowe dotychczasowe o prężności normalnej. Oszczędność tę osiągnięto, jak wiadomo, nie tylko przez wyższą prężność, lecz także przez przegrzewanie pary w przelotniach zapomocą pary wysokoprężnej. Zdawało się początkowo, że turbiny parowe nie nadadzą się do ciśnień wysokich i że nie zmienią swego przeznaczenia jako idealne silniki przy ciśnieniach niskich a to ze względu na znaczne szybkości pary i na charakter dławnic. Jednakowoż zagadnienie to rozwiązano pomyślnie przez zbudowanie turbin przeciwprężnych, o wirnikach umieszczonych na końcu wału, co umożliwiło usunięcie dławnic po stronie wysokoprężnej. W takich turbinach, które możnaby nazwać „czołowemi", rozpręża się para ze 100 at do 15 — 20 at, poczem przechodzi do turbiny normalnej. Turbina czołowa może przy pomocy kół zębatych napędzać wał wspólny z turbiną normalną lub pracować samodzielnie.

W Ameryce zapoczątkowano próby z turbinami wysokoprężnemi przy zastosowaniu regeneracji ciepła. Polega ona na tem, że wodę zasilającą, pobraną ze skraplacza przetłacza się przez ogrzewacze, do których dopływa para z poszczególnych stopni turbiny. Przez ogrzewanie wody coraz cieplejszą parą o coraz wyższej prężności osiągamy ciepłotę wody, wchodzącej do kotła, niewiele niższą od temperatury panującej w kotle. Para oddawszy częściowo swą energję prężności turbinie, oddaje następnie ciepło parowania wodzie. Skropliny tej pary zostają również przetłoczone do kotła. Przy takiem urządzeniu dochodzi coraz mniej pary do niskoprężnej części turbiny i do skraplacza skutkiem czego potrzebne są mniejsze wymiary turbiny w części niskoprężnej i mniejszy skraplacz. Dalszą konsekwencją takiego ogrzewania wody zasilającej jest zbędność ogrzewaczy spalinowych i ciepło spalin służy w tym wypadku do ogrzewania powietrza, wtłaczanego pod ruszt.

Wspomnieć warto o próbach Emmeta, który użył do napędu turbiny pary rtęciowej. Para rtęci o 2,15 at po wykonaniu pracy w turbinie jednostopniowej, odchodzi z ciepłotą ponad 200°C i skraplając się wytwarza z wody chłodzącej parę wodną, która napędza inną turbinę.

W rozwiązaniu zadania napędu parą wysokoprężną najwięcej trudności nastręczały kotły parowe. Budziły się bowiem poważne wątpliwości, czy uda się osiągnąć wymagane bezpieczeństwo i całkowitą szczelność przy użyciu istniejącego materjału kotłowego i zastosowaniu znanych sposobów łączenia blach i t. p. Pierwsze śmiałe próby dały wynik nadspodziewanie dobry.

Pierwsze kotły wysokoprężne zbudowano jako kotły opłomkowe wzorem znanych już typów, obok nich zaś pojawiły się już ustroje zupełnie nowe. Schmidt użył do swych prób kotłów splotowych, o opłomkach pionowych wygiętych. Obecnie buduje się je na 105 at. Drugim rodzajem kotłów, jaki zastosowano do wysokich prężności, jest znany kocioł szeregowy Babcock Wilcox.

Zupełną nowość w budowie kotłów stanowi ustrój kotła zbudowanego na ciśnienie 100 at przez Tow. Atmos. Właściwy kocioł stanowią tu rury ok. 300 mm. śred., wirujące wokoło podłużnej osi z ilością obrotów ok. 300 na minutę. Woda pod wpływem siły odśrodkowej tworzy pierścień wzdłuż ścian wewnętrznych rur, para przechodzi wewnętrznym otworem tego pierścienia. Szybkie oddzielanie się baniek pary od wody powoduje, że z 1 m^2 pow. ogrz. uzyskuje się 300 do 500 kg pary w godzinie. Kocioł ten posiada duży ogrzewacz i przegrzewacz.

Nowy i śmiały sposób wytwarzania pary w kotle rurkowym bez walczaka zastosowało Tow. Benson w Anglji. W części kotła, którą można nazwać ogrzewaczem, składającym się z wązkich (20,3/30,5 mm) rur wytwarza się ciśnienie krytyczne 225 at i temp. kryt. 374°C. Taką wodę przegrzewa się następnie do 388°C w tym samym ogrzewaczu względnie kotle, poczem przepuszcza się ją przez zawór dławiący do rur dalszych, gdzie powstaje para nasycona o prężności 105 at, którą następnie przegrzewa się w dalszym splocie rur. W ten sposób chce wynalazca nagromadzić w wodzie większy zapas energji z pominięciem zasobników ciepła dla wyrównania wahań w napędzie.

Dwa ostatnie pomysły, jako nowe i śmiałe budzą pewne wątpliwości wśród znawców, wszyscy jednak czekają na wyniki prób dalszych.

Najmniej obaw ma świat techniczny co do kotłów wysokoprężnych, ustrojów już znanych, t. j. splotowego i szeregowego. Większe trudności w wykonaniu walczaków sprawiają, że kotły splotowe są droższe niż szeregowe, dają one jednak więcej pary i jako kotły o większej pojemności wody, opanowują łatwiej nieprawidłowości ruchu. Wadą ich jest natomiast trudność czyszczenia opłomek. Kotły szeregowe są tańsze, dają mniej pary, posiadają jednak mniejsze zasobniki ciepła, są zatem więcej czułe na wahania w obciążeniu, dadzą się natomiast łatwo czyścić. Przy wyższych prężnościach chyżość w opłomkach pochyłych jest mniejsza, niż przy prężności normalnej, przewidują przeto niektórzy możliwość szybkiego przepalania się opłomek. Większe jednak pochylenie opłomek może to zło usunąć, a włączenie tanich zasobników ciepła w części niskoprężnej może dać wyrównanie zmian obciążenia.

Przy kotłach wysokoprężnych znaczniejszą część ciepła przejmują ogrzewacze i przegrzewacze, niż to ma miejsce w kotłach normalnych. Ogrzewacze i przegrzewacze zaczynają się w tych ustrojach zlewać z kotłem samym w jedną organiczną całość.

O ile dalsze próby dadzą wyniki pomyślne, napęd wysokoprężny znajdzie zastosowanie przedewszystkiem w roli uzupełnienia i powiększenia urządzeń istniejących. Para bowiem oddana z turbiny wysokoprężnej przechodzić może do normalnej turbiny tak, jakby dochodziła z kotła, względnie może przechodzić do wspólnego przewodu parowego i wykonywać dalszą

pracę wraz z parą świeżą w silnikach normalnych. Powiększając zatem daną instalację, wystarczy dać wysokoprężny kocioł do napędu turbiny, względnie silnika tłokowego, a wtedy niezwiększona ilość paliwa da stosunkowo duże zwiększenie energji. Oszczędność w paliwie wynika stąd, że na wytworzenie pary o wysokiej prężności i temperaturze (według dotychczasowej znajomości własności pary wysokoprężnej) nie potrzeba ciepła więcej, niż do wytworzenia pary o prężności normalnej, w dodatku rozprężona para wysokoprężna odprowadza mniej ciepła do skraplacza, niż para o ciśnieniu normalnem.

Nie ulega wątpliwości, że w danym razie silniki wysokoprężne przyjdą do nas z zagranicy, nie mamy bowiem tak zasobnych wytwórni silników, aby na próby nowszych konstrukcyj mogły sobie pozwolić, choć sprawy przesądzać nie chcę. Można jednak w dziedzinie budowy kotłów wysokoprężnych uniezależnić się od granicy i dlatego nasze wytwórnie powinnyby już teraz przygotować konstrukcje kotłów wysokoprężnych, aby ich nie zaskoczyła konkurencja obca. Czy będzie się odrazu stosowało parę o 100 at, czy też podwyższanie odbywać się będzie stopniowo i jak niektórzy utrzymują tymczasem zatrzymamy się na 30 at, pokaże niedaleka przyszłość. Zaznacza się jednak dążność do pominięcia ciśnień średnich i przejścia odrazu do wyższych, t. j. około 100 at. Obok oczekiwanej większej sprawności technicznej, wchodzą w grę inne okoliczności, przemawiające za prężnością wyższą, między innemi i ta, że temperatury ścian kotła, towarzyszące ciśnieniom wysokim są dla obecnego materjału kotłowego korzystniejsze, niż przy ciśnieniach średnich.

Próbowałem określić w przybliżeniu jakie może być roczne zapotrzebowanie kotłów parowych w kraju, lecz nienormalne ostatnie lata nie pozwoliły wypośrodkować dokładniejszej cyfry. Przemysł mniejszy powstawał bardzo prędko, zaopatrywał się przeważnie w kotły stare lub nowe zagraniczne, otrzymał je, jeżeli nie taniej, to przynajmniej prędzej niż w wytwórniach krajowych. Handlarze mówią, że w ościennych państwach wykupiono prawie wszystkie kotły stare dla Polski. Nie wszystkie natomiast nasze wytwórnie miały dostateczną ilość zamówień. Ze względu na lichy ogólny stan kotłów, na widoki rozwoju naszego przemysłu i na możliwość wywozu kotłów parowych na wschód, (o czem mówił przedstawiciel rosyjskiej misji handlowej Miaskow), obliczam średnio, że w najbliższych latach wytwórnie nasze będą mogły liczyć na zbyt około 1000 kotłów rocznie. Takiej ilości wykonać one obecnie według mego zdania nie mogą bez wprowadzenia pewnych zmian organizacyjnych i inwestycyjnych. Przyczynę główną widzę w tem, że niektórzy wytwórcy kotłów parowych sprowadzają blachy kotłowe, a przeważna ich część dennice i płomienice faliste i inne części tłoczone z zagranicy. Zależność od terminu dostawy tych półfabrykatów jest przyczyną zwłoki w wykonaniu zamówień w terminie. Drugą przyczyną małej sprawności naszych fabryk jest to, że są one zanadto wszechstronne. Poszczególne wytwórnie wyrabiają zbyt dużo ustrojów i nie mogą wydoskonalić się w jednym kierunku, nie mogą prowadzić fabrykacji masowej, nie wprowadzają również nowości np. w paleniskach, jak to się dzieje za granicą.

Aby się nasze wytwórnie kotłów mogły rozwinąć, muszą korzystać z racjonalnej ochrony celnej. Byłbym jednak przeciwnikiem zakazu sprowadzania kotłów zagranicznych, na tem bowiem cierpiałby cały przemysł wytwórczy, a wytwórnie kotłów nie mając żadnego współzawodnictwa nie rozwijałyby dostatecznej energji w celu utrzymania się na poziomie fabryk zagranicznych; pozyskałyby rynek krajowy, a utraciłyby tereny wywozu. Należałoby zatem wybrać drogę inną do zahamowania wwozu kotłów zagranicznych, a to przez zwiększenie sił wytwórczych naszych wytwórni kotłowych.

Według moich poglądów środkami temi w pierwszym rzędzie powinno być uniezależnienie się fabryk kotłowych od materjału zagranicznego oraz od półfabrykatów w postaci płomienic falistych, dennic i t. d. Huty nasze stoją na wysokości zadania, wyrabiają dobre blachy kotłowe i mogą zadość uczynić co do jakości i ilości naszym potrzebom. Wytłaczanie dennic i płomienic w poszczególnych wytwórniach wypaść musi drożej niż, gdyby to czyniła huta dla wszystkich wytwórni, ponieważ koszty inwestycyjne przy niestałem zużytkowaniu odpowiednich urządzeń muszą wpłynąć na podrożenie wyrobu. Aby huta mogła te rzeczy wytwarzać masowo, powinno być przeprowadzone znormalizowanie głównych części składowych kotłów parowych. Fabryki kotłów, odciążone od przygotowania części wytłaczanych, ułatwią sobie pracę i powiększą swą wytwórczość.

Wytwórnie nasze powinny się porozumieć w sprawie podziału produkcji kotłów według pewnego klucza tak, aby każda z nich wyrabiała pewne tylko ustroje, na które jest najlepiej urządzona, co da możność udoskonalenia danego ustroju i wyrobu masowego nietylko na zamówienie, ale i na zapas. Nie wynika ztąd, aby dany ustrój wyrabiała jedna tylko wytwórnia; może wyrabiać go i inny zakład, ale w innych wielkościach i będzie można w ten sposób uzupełnić całość produkcji. Posiadanie kotłów w zapasie może mieć duże znaczenie na rynku wywozowym. W szczegóły takiego porozumienia, niełatwego zresztą do uskutecznienia, nie chcę się wdawać.

Obok ochrony celnej powinna być rozpostarta opieka rządu nad dobrocią materjału, dostarczanego wytwórniom, należy zatem jak najprędzej przygotować przepisy odbioru materjałów kotłowych.

Następnie do właściwych potrzeb życia i nowych dążeń w rozwoju tej gałęzi przemysłu powinny być zastosowane przepisy kotłowe, a do ich kontroli i uzupełniania należy powołać znawców ze świata przemysłowego i naukowego. Dlatego też spełnienie memorjału, złożonego Ministerstwu Przemysłu i Handlu o powołanie do życia Rady Cieplnej z Komisją Kotłową, jest rzeczą żywotną i pilną.

Pożądane byłoby, aby wytwórnie kotłów parowych bliżej współdziałały z uczelniami i stowarzyszeniami dozoru kotłowego w sprawie doskonalenia ustrojów kotłów i całej techniki cieplnej.

Kilka uwag powyższych nie wyczerpuje argumentów i wskazań w sprawie podtrzymania i rozwoju naszego przemysłu kotłowego. Referat niniejszy oraz postawione przezemnie wnioski powinny zapoczątkować dyskusję, która poruszoną sprawę oświetlić wszechstronnie może.

KAROL NOWICKI, inżynier technolog. Poznań.

WYBUCH KOTŁA LOKOMOBILOWEGO.

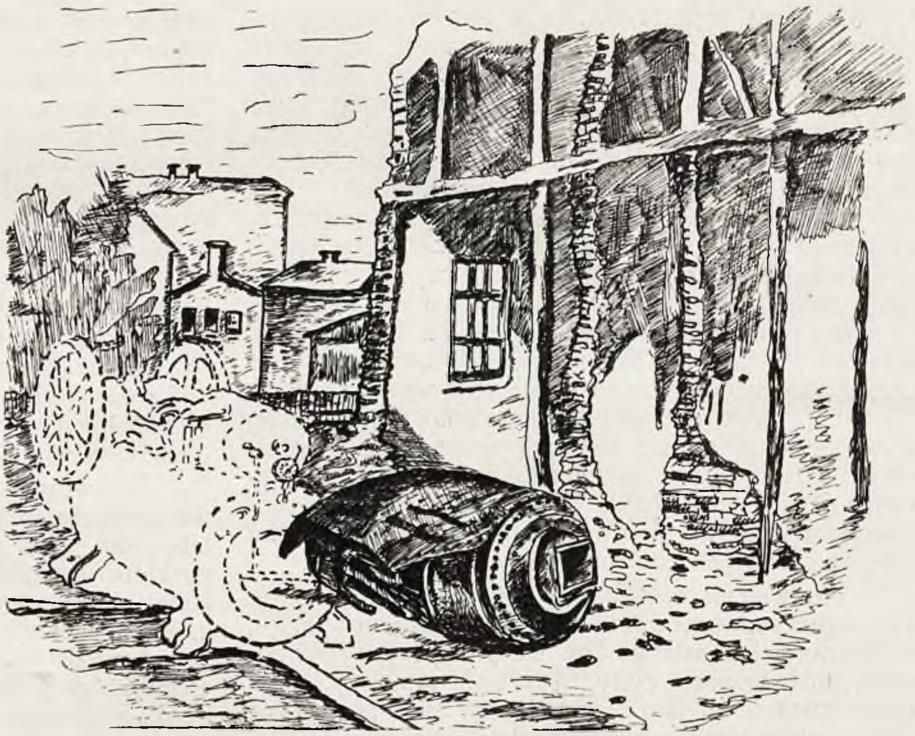
Dnia 21 sierpnia 1923 r. około godz. 18,30 nastąpił wybuch kotła lokomobili Lanza, Nr. fabr. 28655, zbudowanej w r. 1911 na 12 at roboczego ciśnienia i ustawionej w elektrowni w Kostrzyniu.

Stowarzyszenie otrzymało wiadomość o wypadku następnego dnia poczem o godz. 13,25 wyjechali na miejsce wybuchu inżynierowie Stowarzyszenia. Stację elektryczną znaleziono zrównaną z ziemią; kocioł leżał pod gruzami ścian i dachu, na które rzucone były: złamany u podstawy komin żelazny i dźwig mostowy. Przednie dno kotła i drzwiczki paleniska nie były zakryte gruzem i można było stwierdzić, że płomienica z wewnętrznem paleniskiem jest w zupełnie dobrym stanie, co wskazywało, że nie brak wody był przyczyną wybuchu. Po częściowem usunięciu gruzów znaleziono manometr, który zewnętrznie nie był uszkodzony, a po sprawdzeniu go w biurze Stowarzyszenia wykazał odchylenie in plus przy ciśnieniach początkowych, dochodzące do 1 at i zmniejszające się stopniowo tak, że przy 13 at pokazywał on dobrze. Poczynając od 15 at wskazania były wyższe niż manometru kontrolnego, a przy 24 at różnica wynosiła znowu 1 at. Kurki probiercze, wodowskazowe i kurek na rurce syfonowej od manometru były otwarte i dały się swobodnie obracać. Płaszcz kotła, składający się z jednego arkusza, był rozerwany na całej długości podwójnego szwa podłużnego w ten sposób, że od górnego rzędu nitów oderwana została i zagięta ku środkowi część blachy przyczem poszarpana linja rozerwania przebiega powyżej osi górnego szeregu nitów (rys. 1). Z oderwanych części otworów nitowych wychodzą radjalne i zygzakowate naderwania, znaczna ilość płomieniówek wyrwana, płaszcz oderwany od obu dennic prawie na 0,9 obwodu, a nity w tych miejscach ścięte i prawie wszystkie wyrzucone.

Tylna ściana sitowa i dennica pogięte, dennica w jednem miejscu naderwana; większość tych szczegółów ujawniona została przy późniejszych oględzinach, dokonanych dnia 27. VIII. i 3. IX. 1923 r., kiedy gruzy zostały już usunięte.

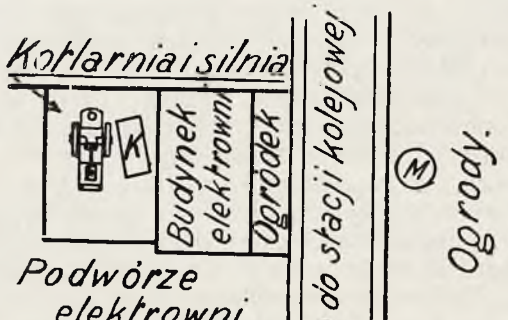
Wskutek wybuchu kocioł został zerwany z fundamentu i odrzucony o kilka metrów w bok w stronę przeciwległą od pękniętego szwa i legł na lewym boku (rys. 2, lit. K). Maszyna z tłoczyskiem, korbowodem i wałem kolanowym, na którem pozostało duże koło pasowe, zerwana kutych, zgiętych na lewo podstaw i przerzucona ponad przewodami telefonicznemi, zawieszonemi nad domem mieszkalnym, przylegającym do elektrowni, opadła na granicy ogrodu i chodnika po przeciwległej stronie ulicy (rys. 2, lit. M).

Wał kolanowy zarył się na całej swej długości w ziemię i wraz ze znajdującem się na niem kołem pasowem nie wykazał żadnych uszkodzeń (rys 3). Suwnica maszyny i ciężkie koło rozpędowe, potłuczone na kawałki, pozostały między gruzami. Tam również znaleziono nieuszkodzony, usunięty z wału kamień (tarczę) mimośrodu. Dźwig mostowy z dwóch belek dwuteowych № 40 był pogięty,



Rys. 1.

a na dolnym pasie lewej belki dźwigowej widniało ostre wgięcie, prawdopodobnie wskutek uderzenia koła rozpędowego, które dzięki temu popękało. Dnia 27. VIII.



Rys. 2.

1923 r. po rozkopaniu gruzów znaleziono podwójny zawór bezpieczeństwa bez ciężarów o konstrukcji niedopusz-

czającej zaklinowania; grzybki zaworów były wyrzucone. Zawór bezpieczeństwa na przegrzewaczu, wyrzuconym razem z dymnicą do podręcznej pracowni reperacyjnej, był zacięty i zanieszyszczony osadem. Rurka syfonowa manometru była czysta.

Oprócz elektrowni, która uległa zupełnemu zniszczeniu, zburzona została przylegająca do niej ściana piętrowa domu mieszkalnego, częściowo zaś ściany wewnętrzne i klatka schodowa.



Rys. 3.

Podczas wypadku zabity został młody palacz ze zmiany wieczornej i ciężko raniony palacz ze zmiany dziennej, który przypadkowo znajdował się w kotłowni. Zmarł on w kilka dni później.

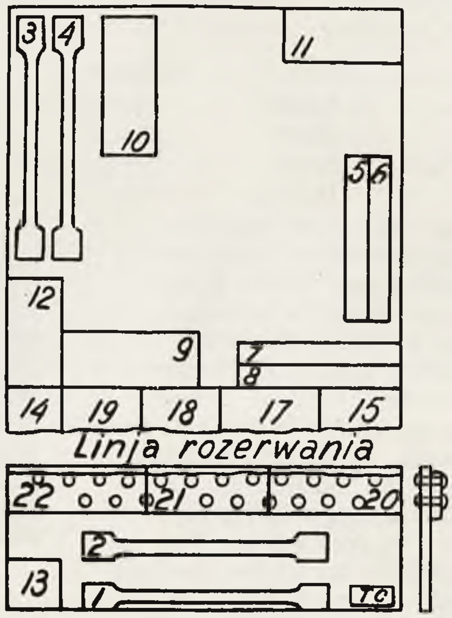


Rys. 5.
Zdjęcie makroskopowe wycinka № 17. Powiększenie 2,5 : 1.—

Lokomobila obsługiwała do godz. 17 fabrykę „Homosan“ i odbiorców prądu. Od tego czasu była nieczynna, lecz pod parą, gdyż miała być uruchomiona o godz. 19,30. Jeden z pracowników firmy „Homosan“ twierdzi, że na kilka minut przed wybuchem manometr wskazywał ciśnienie 8 at. Tego twierdzenia przyjąć za pewnik nie można.

Zebrane dane pozwalają stwierdzić, że przyczyną wybuchu nie był brak wody. Na to, aby manometr był wyłączony przez zamknięcie kurka trójprzelotowego lub kurka na rurce syfonowej (obracały się one lekko i były czyste), brak danych. Prędzej mogły być przeciążone zawory bezpieczeństwa, choć nie przez zaklinowanie, lecz w stopniu ograniczonym przez obciążenie jakimś ciężkim przedmiotem.

Ostatnie rewizje były wykonane: próba wodna bez zdjęcia otuliny dn. 4.VI. 1919, rewizja wewnętrzna dn. 31.VIII. 22, rewizja zewnętrzna dn. 27. IX. 22. Przy żadnej z tych rewizyj nie znaleziono nic, co mogłoby



Rys. 4.

wzbudzić podejrzenie, przeciwnie stan kotła musiał być uznany za najzupełniej zadawalniający.

Żelazo z którego wykonana została blacha płaszcza poddano całemu szeregowi badań. W tym celu z obu stron linji pęknięcia wycięto próbki (por. rys. 4). Próby na rozerwanie i gięcie wykonano w kierunku walcowania, (próbki 3 i 4), jak i w kierunku poprzecznym, (próbki 1 i 2). Jedna z próbek każdej grupy mianowicie 1 i 3 zostały uprzednio wyżarzone.

Próby na rozerwanie wykonane zostały w warsztatach Kolei Państwowych w Poznaniu przyczem otrzymano następujące wyniki:

Kierunek włókna i próbka	Wytrzywałość kg/mm²	Wydłużenie przy 200 mm	Uwagi.
1. poprzeczny	32,8	27,0	próbka żarzona
2. „	33,3	26,5	
3. podłużny	35,3	27,0	próbka żarzona
4. „	36,5	25,5	

Próbom na gięcie w stanie zimnym zostały poddane wycinki 5, 6, 7 i 8. Wycinki 5 i 6 wzięto w kierunku walcowania, wycinki 7 i 8 w kierunku poprzecznym, przyczem wycinki 5 i 6 zostały uprzednio wyżarzone. Boki wycinków zostały ostrugane, a krawędzie lekko zaokrąglone. Gięcie prób wykonano pod prasą hydrauliczną w Oddziale III Tow. Akc. H. Cegielski w Poznaniu. Wszystkie cztery próbki zostały zgięte do zupełnego przylegania przeciwległych końców nie wykazując przytemżadnych uszkodzeń.

Próby mechaniczne nie dały więc żadnych wskazówek do odnalezienia przyczyny jaka mogła spowodować rozerwanie kotła.

Z wycinków 13, 14, i 15 przez przewiercenie ich na wylot wzięto próbki do zbadania składu chemicznego. Otrzymano wyniki:

	Próbka 13	Próbka 14	Próbka 15
Siarki S	0,030%	0,040%	0,040%
krzemu Si	ślady	ślady	ślady
manganu Mn	0,43%	0,45%	0,45%
fosforu P	0,028%	0,049%	0,046%

Próbki 13 i 14 wzięte z dwuch przeciwległych końców blachy w odległości około 3500 mm jedna od drugiej w kierunku walcowania wykazują charakterystyczny wzrost zawartości siarki i fosforu w próbce 14, z czego należy wnosić, że ten koniec blachy pochodzi z górnej części bloku, który po odlaniu go z pieca martenowskiego tężeje najpóźniej. W tej części bloku powstają najobfitsze wydzieliny fosforu i siarki (p. prof. Stanisław Anczyc. Żelazo str. 148) a także żużla.

Wycinki 17 i 19 przesłane zostały do Zakładu Metalurgicznego Politechniki Warszawskiej.

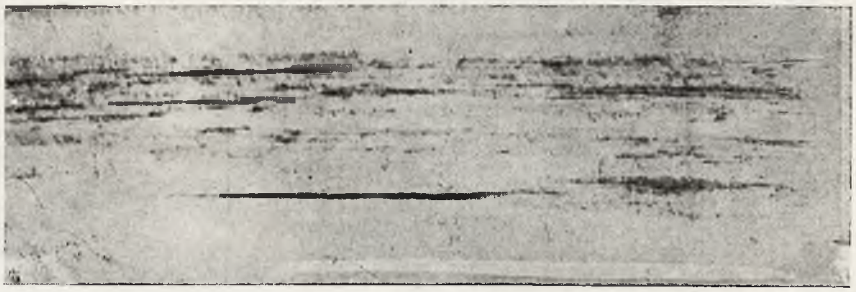


Rys. 7.
Wycinek № 17. Powiększenie 500-krotne.

Badania makroskopowe wycinka 17 wykazały ciemne pasma zanieczyszczeń (rys. 5). Próbka do analizy chemicznej wzięta z miejsc tegoż wycinka, obfitujących w zanieczyszczenia, a więc ze środkowej jego części, po badaniu wykonanem w Zakładzie Technologji Politechniki Warszawskiej wykazała zawartość:

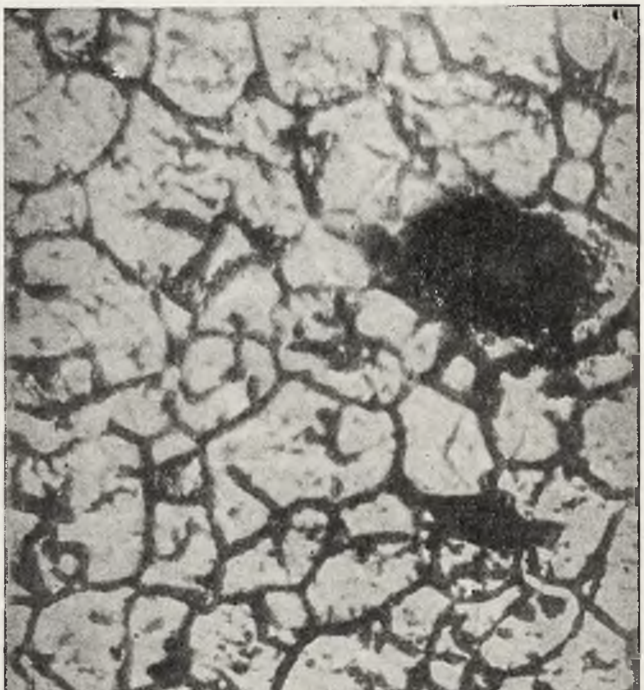
siarki (S) — 0,098%
fosforu (P) — 0,06%
manganu (Mn) — 0,45%

Pomiędzy analizami z odcinków 14 i 17 wziętych w pobliżu linji rozerwania blachy, a więc z tego samego poziomego przekroju bloku, sprzeczności niema, przeciwnie druga uzupełnia pierwszą. Ilość manganu znaleziona w obu analizach jest jednakowa, gdyż *Mn* posiada bardzo małe własności wydzielania się tak ku



Rys. 6.
Zdjęcie makroskopowe wycinka № 19. Powiększenie 2,5 : 1.—

środkowi bloku jak i ku jego wierzchołkowi. Znacznie większe ilości siarki i fosforu znalezione w drugiej analizie, pochodzą stąd, że próba była wzięta z miejsc



Rys. 8.
Wycinek № 19. Powiększenie 500-krotne

zanieczyszczonych (rys. 5) a nie z całego przekroju blachy, jak to miało miejsce w wycinkach 13, 14 i 15.

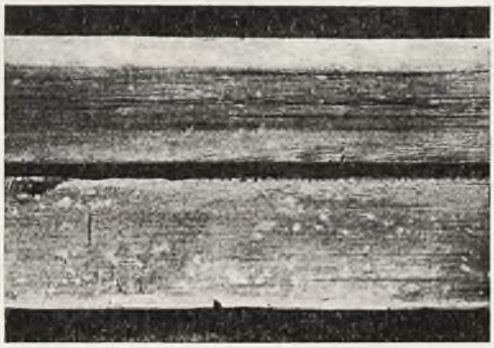
Badanie makroskopowe wycinka 19 wykazały również rozwalcowane zanieczyszczenia (rys. 6).

Bezpośrednie odbitki próbek na papierze fotograficznym wykazują w pasmach zanieczyszczeń obecność siarczków i fosforków, co potwierdziła analiza Zakładu technologji.

Obserwacja wypolerowanych próbek z obu wycinków bez uprzedniego trawienia wykazała pewną ilość żużli, tlenków i ogólną porowatość powierzchni.

Po wytrawieniu i przy 500 krotnem powiększeniu stwierdzono, że zanieczyszczenia występują w postaci ciemnych skupień (rys. 7 i 8).

Opinja Zakładu Metalurgicznego brzmi: budowa stopu wskazuje na poprawne warunki walcowania i ewentualnej równorzędnej obróbki termicznej. Natomiast zanieczyszczenia, zwłaszcza siarka, przekraczają normę. Szkodliwy wpływ siarki mógł się okazać zwłaszcza przy wysokiej temperaturze, do której mogła być nagrzaną część blachy kotłowej.



Rys. 9
Zdjęcia makroskopowe obu końców blachy (wycinek 22) odległych (przy wyprostowanej blasze) o 3600 mm. Wielkość naturalna.

Po wywierceniu i usunięciu nitów z odcinka 22 znaleziono tak w zewnętrznej jak i w wewnętrznej nakładce rozerwanego szwa po kilka krótkich pęknięć, wychodzących promieniami z otworów nitowych a także pęknięcia w cylindrach tworzących otwór, które jednak nie wychodziły na powierzchnię blachy.

W otworach nitowych nieuszkodzonego szwa żądnych pęknięć nie znaleziono.

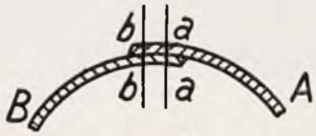
Zbadane otwory nitowe są czyste, posiadają ślady, że były wiercone, brak danych na nierównomierność podziałki przy której otwory nitowe byłyby schylone.

Wobec braku danych do stwierdzenia, aby ujawnione naderwania w otworach nitowych szwa, który uległ rozerwaniu, mogły powstać przed wybuchem, trzeba przyjąć, że są zjawiskiem wtórnem.

Przeciwległe końce blachy, z której wykonany był płaszcz, a które stanowiły nakładki rozerwanego szwa, zostały wyszlifowane i wytrawione (rys. 9). Na urwanym (górne zdjęcie) końcu blachy widoczne zanieczyszczenie środkowego pasa, obejmującego połowę grubości blachy, a czarne smugi są warstwami żużlu. Na dolnym rysunku przedstawiającym takież zdjęcie z nieuszkodzonego końca blachy widoczne są tylko bardzo nieznaczne warstwy żużlu.

Jest to jeszcze jeden dowód, że blacha była nierównomierna i że urwany przy wybuchu jej koniec pochodził z tej części bloku, która powinna była być obcięta, wzgl. że obcięto go zbyt mało.

Takie blachy wytrzymują zazwyczaj próbę na rozerwanie, wytrzymują nawet próby na powolne gięcie, nie wytrzymują natomiast systematycznego choćby niewielkiego zginania przez czas dłuższy.



Rys. 10.

Znicony pas płaszcza kotła, wykonanego z jednej blachy był znacznie sztywniejszy od pozostałej części cylindra. Wskutek wewnętrznego ciśnienia, dążącego do równomiernego zwiększenia średnicy płaszcza wzdłuż linji szwa, jako części usztywnionej, zachodzi nieznaczne zginanie zmienne. Przy jednolitym materjale wpływ jego może się wcale nie ujawnić, natomiast długotrwałe zginanie materjału niejednolitego zawierającego przymieszki obce, jak żużel, a więc nawarstwionego, musi w końcu doprowadzić do pęknięcia.

Najwięcej niebezpiecznym przekrojem będzie linja szwa $a - a$ (rys. 10) końca blachy A, tworzącej zewnętrzną narzutkę szwa a przewidywane naderwanie nastąpi ze strony wewnętrznej powierzchni blachy A.

W danym wypadku blacha w części A a więc zewnętrzna była znacznie gorsza aniżeli w części B. Ten zbieg okoliczności spowodował naderwania na wewnętrznej powierzchni końca A, na linji szwa $\boldsymbol{a - a}$, niewidzialne przy rewizji kotła i był przyczyną jego wybuchu.

R. Biedrzycki i Z. Klębowski. Inżynierowie Stow. Doz. Kotłów w Warszawie.

KOTŁY WYSOKOPRĘŻNE I ICH BUDOWA.

(por. *Technika Cieplna*, 1925 str. 51—54).
Odczyt wygłoszony w Stow. Techników w Łodzi w dn. 23 maja 1924 r.

W większości dawniej budowanych kotłów opłomkowych istniał jeszcze pośredni element pomiędzy opłomkami, a zbiornikiem pary i wody. Element ten w wykonaniu wytwórni Fitznera i Gampera posiadał formę oddzielnych czworokątnych pryzmatycznych elementów spawanych, bądź też formę elementu Babcock'a, t.j. wytłaczanych, lub całkowitych komór (rys. 10).

Forma ta znalazła największe rozpowszechnienie przy średnich ciśnieniach ze względu na mniejsze koszty oraz dzięki dużym przekrojom ułatwiającym cyrkulację wody i oddzielanie się pęcherzyków pary.

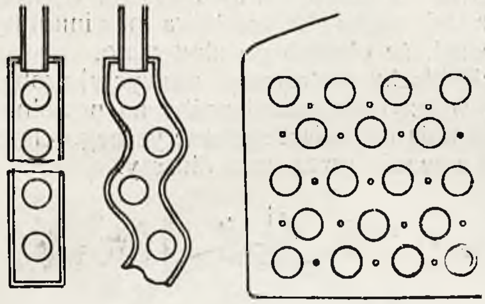
W miarę zwiększenia się ciśnienia konstruktor zmuszony jest w razie stosowania pochyłych opłomek odstąpić od płaskich form i stosować przekroje, zbliżone do form statecznych.

W razie stosowania opłomek pochyłych przy wy-

sokiem ciśnieniu pozostają oddzielne sekcje, dążące w swej formie również do bardziej statecznych.

Oddzielne te sekcje, mają jednak tę ujemną stronę, że łączą pionowy rząd opłomek (8 do 10) i odprowadzają cały potok z tych opłomek jedną pionową rurką do walczaka, nagłe zaś zwężenie przekroju hamuje cyrkulację.

Następny zasadniczy element kotłów opłomkowych stanowią zbiorniki wody i pary. Zbiorniki te — walczaki, staramy się ze względu na wysokie ciśnienia robić możliwie małe, licząc się jednak w możliwych granicach z ich zadaniem zasadniczem czyli z akumulacją ciepła.

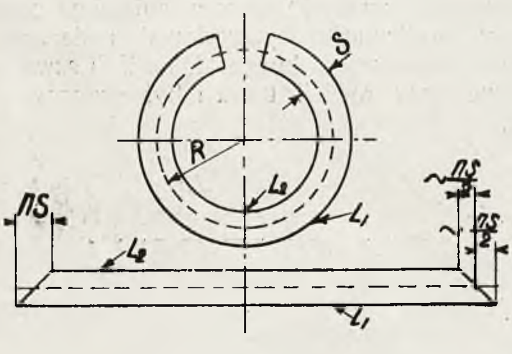


Rys 10.

Walczaki kotłów wysokoprężnych, szczególniej kiedy trzeba osłabiać je jeszcze otworami na opłomki, ze względu na materjały jakie są do rozporządzenia oraz na dotychczasowe sposoby wykonania, stawiają konstruktora przed koniecznością szukania nowych dróg.

Okazało się, że nie można dowolnie zwiększać grubości blach ze względu i na obróbkę i na łączenie blach.

Blacha dostarczona z huty do fabryki budującej kotły zostaje zwinięta na zimno. Ponieważ na walcach same końce blachy nie mogą być odpowiednio zagięte, zagina się je na prasach, również na zimno, co szczególniej przy znacznej grubości blachy może osłabić jej końce t. j. te miejsca, które następnie zostają dodatkowo jeszcze osłabione otworami na łączące blachę nity.



Rys. 11.

Bardzo również poważne zmiany powstawać mogą przy zwijaniu blach.

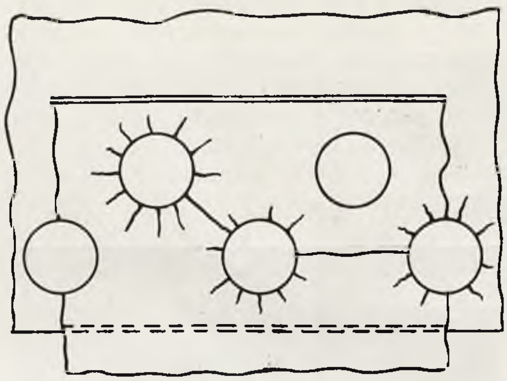
Blacha z huty wychodzi płaska czyli o jednakowej długości włókien na całej swej grubości.

Jeżeli mamy blachę o długości L i zwijamy ją na walczak o promieniu R („R" — to promień neutralnego włókna, rys. 11) wtedy długość neutralnego włókna L będzie się równała mniej więcej $L = 2\pi R$.

Oznaczając grubość blachy przez S, a zakładając włókno neutralne mniej więcej pośrodku, otrzymamy długość włókna zewnętrznego L_1 i wewnętrznego L_2

$$L_1 = 2\pi\left(R + \frac{S}{2}\right)$$

$$L_2 = 2\pi\left(R - \frac{S}{2}\right).$$



Rys. 12.

Otrzymujemy stąd różnicę długości włókien zewnętrznych i wewnętrznych:

$$L_1 - L_2 = 2\pi S.$$

Przy zwijaniu blachy, posuwając się od powierzchni symetrji — środka blachy — ku krawędzi, obserwujemy przesunięcie włókien, proporcjonalne do ich oddalenia od środka. Miarę natężenia materjału w tym miejscu da nam wielkość $2\pi S$ podzielona przez $2\pi R$ t. j. przez średnią długość od punktu symetrji do krawędzi czyli

$$\pi S : \pi R = \frac{S}{R}$$

Największe natężenia powstaną u brzegów blachy które następnie jeszcze będą osłabione otworami na nity.

Dalszym ujemnym czynnikiem przy nitowaniu grubych blach jest trudność dokładnego nitowania.

Gdy w kotlarstwie stosowane były niewielkie grubości blach, wystarczała robota kotlarza i im kotlarz był silniejszy i mocniej bił młotem, tem robota jego uważana była za lepszą.

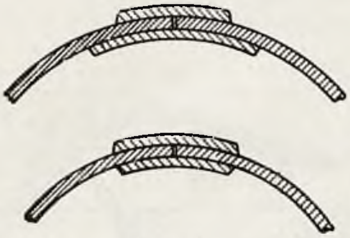
Przy hydraulicznem nitowaniu posiadamy możność nieograniczonego zwiększania siły stosowanej do nitowania, wobec czego przypuszczano, że w celu otrzymania szczelnego szwu wystarczy stosować znaczne ciśnienia, proporcjonalne do grubości blachy i średnicy nitów.

Zapomniano, że przy tworzeniu główek nita, ciśnienie rozpościera się nie na całą długość nita jednakowo, i że materjał nita w pobliżu główek jest na tyle plastyczny, że ciśnienie na obwód otworu wywołać może pęknięcia w formie rys idących promieniowo (rys. 12) Rysy te początkowo nie widoczne dla gołego oka stopniowo mogą się powiększać i wywoływać bardzo poważne następstwa.

W kilku kotłach, pochodzenia zagranicznego, znajdujących się na terenie Łodzi i pracujących już około 10 lat stwierdzono istotnie takie uszkodzenia.

Szereg podobnych wypadków na zachodzie, zmusił właścicieli nowych kotłów wysokoprężnych do wybijania bezpośrednio po pierwszej próbie odbiorczej pewnej ilości nitów i do badania zapomocą szkła powiększającego krawędzi otworów nitów.

Szczegółowe prace Prof. Bacha i Baumana doprowadziły przed samą wojną do ściśle określonego żądania, aby ciśnienie przy nitowaniu nie przekraczało 8000 kg na centymetr kwadratowy przekroju nita.



Rys. 13.

Takie ciśnienie dla normalnych wymiarów nitów i normalnych grubości blach zupełnie wystarcza i nie jest niebezpieczne.

Lecz przy blasze 40 mm grubości i obustronnych łubkach, długość nitów, pomiędzy łbami wynosiłaby powyżej 100 mm i wątpliwe czy przy wyżej wskazanem ciśnieniu na jednostkę przekroju nita możnaby osiągnąć szczelność szwu oraz prawidłowe wykonanie nitowania i połączenie grubych blach.

Te względy stawiają jak się zdaje kres stosowaniu nitów.



Rys. 14.

Przy konstruowaniu walczaka należy zwracać uwagę aby wewnętrzna forma walczaka możliwie zbliżała się do okręgu koła.

Walczak na całym obwodzie powinien być, możliwie jednakowej grubości, gdyż przy szybkich zmianach obciążenia, odkształcenie materjału koncentrować się będzie w najsłabszych miejscach. Przy nitowaniu, należy stosować łubki niejednakowej szerokości aby unikać usztywnienia w określonym punkcie blach, i dążyć do rozproszenia napięć dodatkowych — (rys. 13).

Jak wiadomo przeciętne naprężenie wskutek ciśnienia w walczakach kotła jest mniej więcej dwa razy większe w kierunku osi walczaka aniżeli w kierunku poprzecznym. Sądzimy, że jeszcze przy grubości blachy walczaka do 50 mm mogą być stosowane dennice przynitowywane, o ile zarówno dennica jak walczak w miejscach uszczelnionych były obtoczone.

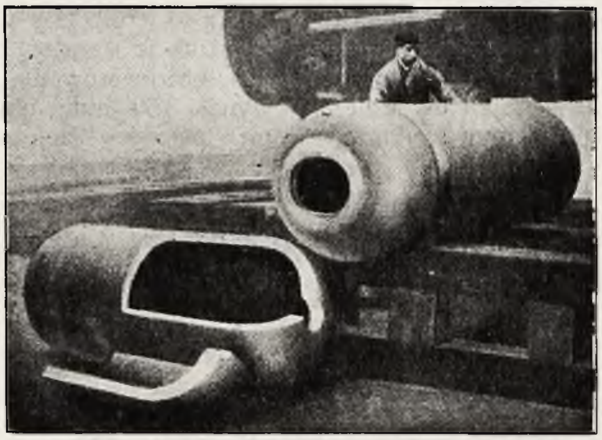
Niemieckie przepisy prawne dotyczące dennic, dotychczas i nas obowiązujące, nie uwzględniają miejsc najsłabszych, jakiemi są wyoblenia dennic i nie mogą być uznane za zadawalniające.

Sami wytwórcy kotłów, nauczeni gorzkiem doświadczeniem, przeszli do form bardziej odpowiadających rzeczywistym warunkom pracy t. j. do formy sferycznej (rys. 14 i 15).



Rys. 15.

Konstruktor kotłów, zetknąwszy sie z trudnościami w nitowaniu szwów podłużnych grubych blach walczaków, zwrócił się do hut o rozwiązanie tego zadania. Szereg walcowni, a między nimi i wytwórni polskich wykonywa już rury bez szwu o średnicy sięgającej 325 mm stosując albo sposób Mannesmanna, albo sposób walcowania. Przejście od średnic 300 mm do 1200 mm nie może być w zasadzie niemożliwością. Huty obecnie wytwarzać mogą takie walczaki bez szwu



Rys. 16.

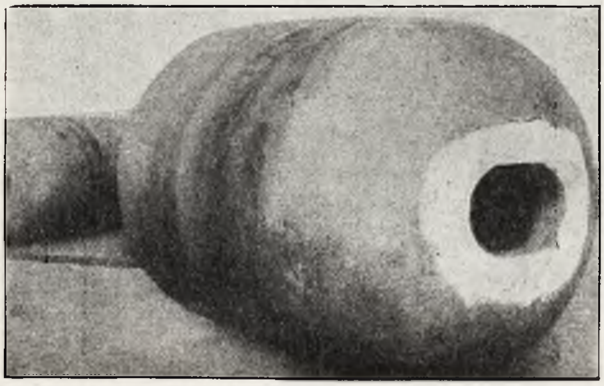
i przypuszczać należy, że walczaki te będą lepsze od nitowanych, a przy masowej produkcji może nawet tańsze. Oczywiście wykonywanie takich walczaków będzie mogło być podjęte tylko przez duże walcowanie, a nie przez małe warsztaciki.

Z oceną walczaków jednolitych z obydwoma dennicami, wytwarzanych przez firmę Krupp (rys. 16 i 17). wstrzymujemy się dla braku materjału dla krytyki.

Pewne wątpliwości przedstawia według nas dennica, która nie może być dwustronnie przeprasowana.

Mylnem byłoby mniemanie, że najsłabszem miejscem walczaka jest podłużny jego szew nitowy. Stosując kilkorzędowe nitowanie i obustronne łubki otrzymujemy osłabienie blachy około 15% — t. j. stopień pełności 0,85. O wiele niebezpieczniejszem miejscem jest miejsce łączenia walczaka z opłomkami lub sekcjami.

Przy walczakach ustawionych wzdłuż osi kotła z komorami, niezbędne są wykroje w walczaku, które należy wzmacniać. Podobne wzmocnienie znajdujemy w kotłach Babcocka. Konstrukcja ta nie będzie prawdopodobnie stosowana w kotłach wysokoprężnych.



Rys. 17.

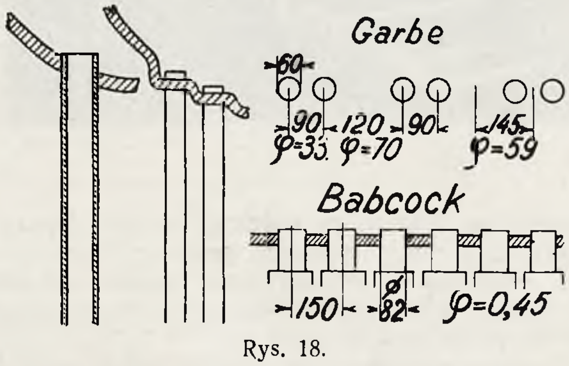
Będziemy tam mieli do czynienia zapewne z walczakami połączonemi albo bezpośrednio ze stromemi opłomkami albo zapomocą rurek łączących walczak z oddzielnemi sekcjami.

Aby móc zamocować opłomki, konstruktor albo pogrubiał samą blachę (Kestner, Babcock), albo też wytłaczał płytę schodkową (Garbe), albo wreszcie stosował zagięte końce płomieniówek, wchodzące w kierunku promieni do gniazd walczaka — (rys. 18.)

Rozpatrzmy teraz każdą konstrukcję i weźmy naprzykład kocioł Babcocka. Podziałka otworów dla rurek w kierunku osi walczaka wynosi 150 mm; otwór posiada 82 mm średnicy. Stopień pełności blach stanowić będzie

$$\varphi = 0{,}45$$

czyli miejsce dwa razy słabsze niż szew podłużny. Weźmy płytę Garbego:



Rys. 18.

Podziałka między dwoma najbliższemi otworami 90 i 200 mm; średnica otworu 60 mm; stopień pełności blach:

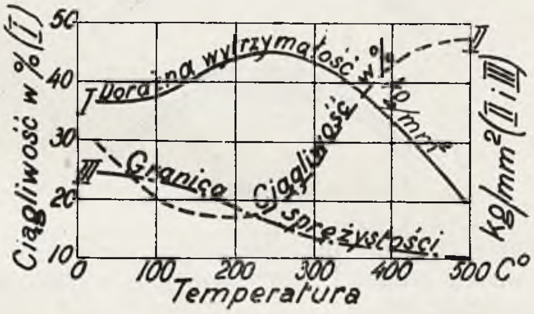
$$\varphi_1 = 0{,}33; \ \varphi_2 = 0{,}70, \text{ a średnio } \varphi = 0{,}59$$

Obliczenie grubości blachy walczaka musi więc uwzględniać osłabienie przez otwory i konstruktor powinien dążyć do rozwiercania otworów możliwie w szachownicę, aby zwiększyć podziałkę.

Walczak obliczają zazwyczaj według następującego wzoru.

$$S = \frac{Dpx}{200 \, . \, K \, . \, \varphi} + 1 \text{ mm.}$$

Gdzie D — średnica walczaka
p — ciśnienie kotła
x — stopień bezpieczeństwa
K_z — doraźna wytrzymałość.



Rys. 19.

W powyższym wzorze φ jest stopniem pełności blachy i dawniej, jak wyżej wskazano, za najsłabsze miejsce walczaka uważany jest szew podłużny, w którym jednak konstruktorowi udawało się doprowadzić φ do 0,85.

Jak widać z wyżej przytoczonych obliczeń w kotłach wysokoprężnych już wykonanych φ może spadać do 33%—45% to jest blacha powinna być 2 do 2 i pół razy grubsza niż by to wypadało z obliczenia szwa podłużnego.

Współczynnik wytrzymałości blach x przyjmowany jest najczęściej jako doraźna wytrzymałość (około 36 kg/mm²) dzielone przez 4 (stopień bezpieczeństwa).

Wymaganie tak wysokiego współczynnika bezpieczeństwa mogłoby się wydawać zbytecznem.

Jak wiemy przepisy prawne wymagają dla blachy podlegającej przy budowie kotła odwijaniu, lub znajdującej się podczas pracy kotła w pierwszym ogniu, aby posiadała wytrzymałość 34 do 41 kg/mm². Przy obliczeniach przyjmujemy zwykle 36 kg/mm² przy ciągliwości nie mniejszej jak 25%.

Rozpatrzmy, czy w pracy kotła rzeczywiste naprężenie może przekroczyć powyższą cyfrę. Wiemy, że blachę charakteryzuje prócz doraźnej wytrzymałości jeszcze pomiędzy innemi ciągliwość i granica sprężystości.

Szczególniej ważna jest dla nas ostatnio wymieniona charakterystyka, gdyż przy naprężeniach, dochodzących do granicy sprężystości i przy zmiennem obciążeniu, jakie ma miejsce w kotle już podczas pracy powstawać mogą odkształcenia stałe, doprowadzające z czasem do zniszczenia materjału.

Rozpatrzmy krzywą charakteryzującą blachę w zależności od temperatury (rys. 19).

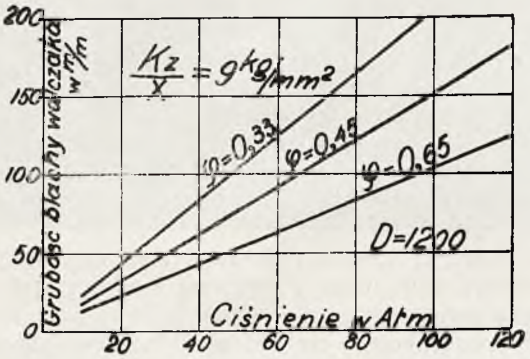
Jeżeli rozpatrywać tylko doraźną wytrzymałość

to w granicach do 400° widzimy nieznaczne odchylenia w stronę zwiększenia, a następnie zmniejszenia tej wielkości.

W razie dojścia nawet do 500° C doraźna wytrzymałość spadnie do 20 kg/mm² t. j. będzie jeszcze przeszło 2 razy większa, niż przyjęto w obliczeniu.

Inaczej będzie się sprawa przedstawiała tak ważnej dla nas w maszynoznawstwie krzywej — granicy sprężystości. Zmiany zachodzące w doraźnej wytrzymałości przy różnych temperaturach nie odpowiadają zmianom w krzywej określającej granicę sprężystości.

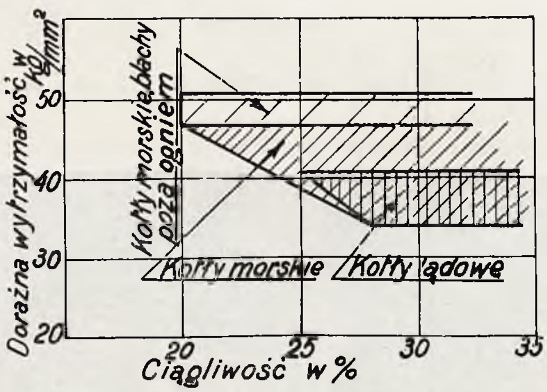
Granica sprężystości przy normalnych temperaturach stanowi około 25 kg/mm², spadając stopniowo do 12-13 przy temperaturze odpowiadającej temperaturze wrzenia wody w kotle 100 at.



Rys. 20.

Przy temperaturze około 500°C granica sprężystości spada poniżej 10kg/mm² i odpowiada cyfrze przyjętej w obliczeniu przy stopniu bezpieczeństwa 4.

Naprężenia w blasze kotła nie są równomiernie rozproszone. W pobliżu otworów na nity, a tem bardziej przy otworach na opłomki, rozwalcowane ze znaczną siłą, powstają dodatkowe naprężenia niezależne sumujące się z poprzedniemi.



Rys. 21.

Biorąc to pod uwagę spodziewać się można, iż w niektórych punktach blach walczaka, szczególnie o ile stykają się z ogniem będą panowały naprężenia powyżej granicy sprężystości, określonej dla danych warunków.

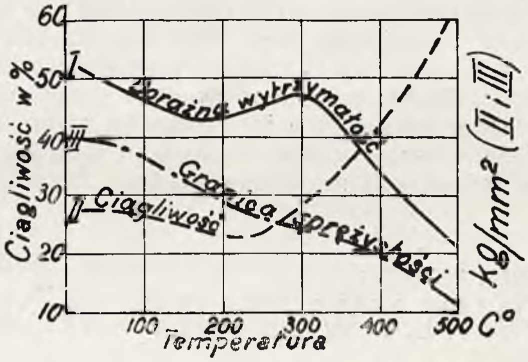
Rozpatrzmy teraz jaką grubość blachy powinien posiadać walczak dla rozmaitych ciśnień, przyjmując D walczaka 1200 mm a stopień pełności blachy φ wg. rys. 20.

Jak widać z powyższego wykresu, przy wysokiem ciśnieniu i małym φ otrzymujemy monstrualne grubości walczaka przy których trudno brać za podstawę średnie naprężenia blachy, obliczanej dotychczasowym sposobem.

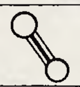
Konstruktor znów napotyka taką trudność, którą usunąć można albo drogą zmiany przestarzałych norm budowy kotłów lądowych albo też zastosowaniem nowych gatunków blach.

Ogólne normy blach żelaza zlewnego, stosowane w kotłach tak lądowych jak i morskich opiewają, iż doraźna wytrzymałość na rozerwanie powinna znajdować się w granicach 34-51 kg/mm przy ciągliwości podanej w tablicy poniższej.

Gatunek blachy	III	II				I			
	51—47	47 — 40				41 — 34			
Doraźna wytrzymałość	51—46	45	46	43	42	41-37	36	35	34
Minimalna ciągliwość	20	21	22	23	24	25	26	27	28
K_z w obliczeniu	44	40				36			



Rys. 22.

	60,3	21,3	6,3	~50
	16,3	7,5	1,2	~10
	14,6	5,6	0,78	~6
	9	2,8	0,48	3,8
	Pojemność wody m³	Pojemn. pary m³	Pojemn. wody na 100 m/m w szkle	t. minut.

Rys. 23.

Dla blach jednak, które przy budowie kotła podlegają odwijaniu, lub też znajdują się w pierwszym ogniu, należy wybierać I gatunek blachy z wytrzymałością od 34 do 41 kg/mm².

W normach dla kotłów morskich, pracujących w gorszych nieraz warunkach od lądowych, trzeba było odstąpić od tych wymagań ze względu na ciężar kotła. Normy te dopuszczają blachy o doraźnej wytrzymałości nawet 47 kg/mm². Dla blach nie leżacych w I ogniu, normy kotłów okrętowych przewidują doraźną wytrzymałość 51 kg/mm², a nawet w drodze wyjątku i wyższą byleby tylko ciągliwość nie była mniejsza jak 20%, a każda taka blacha próbowana na obu końcach na rozerwanie i gięcie.

Rys. 21 uwidocznia granice stosowania blach dla kotłów lądowych i morskich.

Z rysunku tego widzimy jak przestarzałe są normy dla blach kotłów lądowych. Do ostatnich czasów nie stwarzały one co prawda nieprzezwyciężonych trudności dla konstruktora kotłów lądowych i tylko dla tego mogły być tolerowane.

Gdy konstruktor kotłów wysokoprężnych wyniesie walczaki ze sfery bezpośredniego działania ognia, a przestarzałe przepisy budowy kotłów lądowych zostaną zastąpione choćby przepisami dla kotłów morskich dopuszczalna doraźnie wytrzymałość wzrośnie prawie o 40% a grubość blachy zmniejszy się mniej więcej o 30%. Gdy zastosujemy zamiast zwykłego żelaza kotłowego blachy uszlachetnione naprzykład domieszką chromu i niklu otrzymamy blachy kotłowe o doraźnej wytrzymałości do 90 kg/mm², granicy sprężystości 56 kg/mm² i ciągliwości około 18%. Jako przykład blach obecnie stosowanych przy budowie pierwszych kotłów na najwyższe ciśnienia, przytaczamy krzywe charakteryzujące blachę ubogą w węgiel o 5% zawartości niklu. Blacha ta posiada własność niehartowania się i wywijania, nie posiada jednak zdolności spawania (rys. 22).

Z wykresu widać, że dodatek 5% niklu daje wprawdzie kosztowne blachy, lecz o znacznie wyższej doraźnej wytrzymałości i granicy sprężystości przy dość znacznej ciągliwości nawet przy temperaturach powyżej 300° C.

Huty więc w pierwszym rzędzie powołane są do rozwiązania zagadnienia odpowiednich tworzyw dla kotłów na najwyższe ciśnienia.

Chcąc otrzymać mniejsze grubości blach nie należy dążyć do zbytniego zmniejszenia walczaków, gdyż woda zawarta w nich stanowi akumulator ciepła, dający kotłowi zdolność przystosowania się do zmian w zapotrzebowaniu pary, zwłaszcza gdy para jest potrzebna na cele fabrykacyjne, które dają wahania w znacznych granicach.

Przyjmijmy, że mamy instalację na 300 m² i obciążenie 25 kg z m² i obliczmy, objętość wody i pary w kotłach, oraz jaką ilość pary możnaby zabrać z kotła, kosztem obniżenia się poziomu wody w szkle o 100 mm (rys. 23).

W ostatnim szeregu tablicy widzimy ile minut kocioł mógłby pracować normalnie, w razie gdyby pompy zasilające odmówiły działania, a poziom wody w szkle obniżyłby się o 100 m/m.

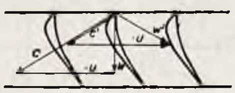
Te względy powinny powstrzymać konstruktorów od zbytniego zmniejszania zarówno średnicy, jak i ilości walczaków.

Obliczając kocioł na 100 at Münzinger dochodzi do przekonania, że przy zwiększeniu się obciążenia zaledwie o 3,3%, o ile palacz natychmiast nieprzystosuje paleniska do nowych warunków, już po 5 minutach ciśnienie pary w kotle znacznie spadnie, przyczem w zespole kotłów o rurkach pionowych ciśnienie spadnie o 18,5 at w kotle sekcyjnym o 37 at.

JAN OBRĄPALSKI, inż.

WPŁYW PARY MOKREJ NA ŁOPATKI TURBIN.

Warunki pracy łopatek wirników w niskoprężnej części turbin parowych są ciężkie ze względu na konieczne duże ich wymiary i na natężenie materjału, oraz na pracę w parze, zawierającej dużą ilość wody. W miarę stosowania coraz wyższych ciśnień i próżni, i w miarę podnoszenia sprawności termodynamicznej turbin, stopień wilgotności pary w ostatnich wirnikach szybko wzrasta. Tak, naprzykład, przy rozprężeniu adiabatycznem bez strat do ciśnienia w kondensatorze 0,04 at, otrzymujemy stopień wilgotności pary:



Rys. 1.

c i w — szybkość pary

c′ i w′ — szybkość wody

u — szybkość obwodu wirnika.

1) dla ciśnienia początkowego 15 at i temperatury 350°C — 17 %

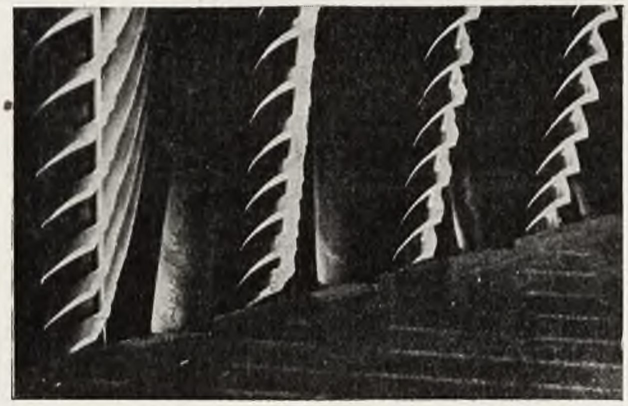


Rys. 2

2) dla ciśnienia początkowego 30 at i temperatury 350°C — 21 %

3) dla ciśnienia początkowego 100 at i temperatury 400°C — 28 %

Straty powiększają wielkość entropji, a tem samem zmniejszają stopień wilgotności; przy sprawności termodynamicznej 0,7 rzeczywista wilgotność wyniesie w poprzednich wypadkach odpowiednio 4,5, 7,6 i 12,7%. Skutkiem obecności wody w parze spada przedewszystkiem sprawność danego wirnika i to prawie w tym



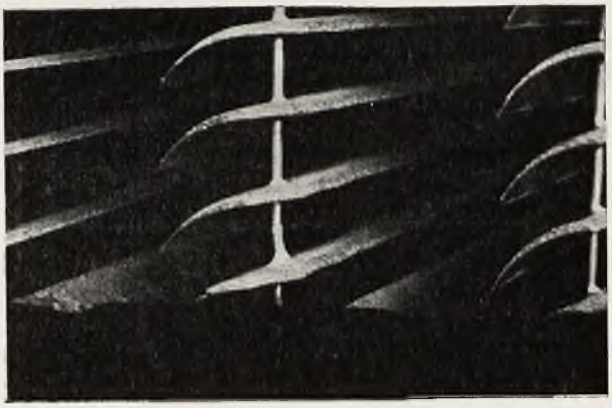
Rys. 3.

samym stosunku, w jakim wzrasta stopień wilgotności pary, t. j. jeżeli sprawność ta wynosiła dla pary suchej 0,7, to dla pary o zawartości 10% wody wyniesie $0,7 \times 0,9 = 0,63$. W strumieniu wchodzącym na łopatkę cząsteczki pary i wody mają szybkości różne, trójkąt szybkości dla wody daje wypadkową, która działa na poruszany wirnik hamująco, „bombardując" kroplami tylne powierzchnie łopatek i wywołując zjawiska erozji. (rys. 1).

Rysunki 2, 3 i 4 przedstawiają zdjęcia fotograficzne łopatek uległych erozji po 3-ch latach ciągłej pracy w części reakcyjnej turbiny 3600 kW, 13,5 at, 325°C. Zdjęcia wskazują wyraźnie działanie „bombardowania".

Zniszczenie wzrasta ku obwodowi, gdyż tam gromadzi się największa ilość wody dzięki sile odśrodkowej.

Uniknąć erozji można drogą starannego wyboru odpowiedniego materjału łopatek; łopatki tu opisane wykonane były z mosiądzu. Próby przeprowadzone w zakładach Brown, Boveri et Co w Szwajcarji i opisane w Nr. 12



Rys. 4.

z r. 1924 czasopisma tych zakładów wykazały, że najodpowiedniejszym materjałem na takie łopatki są pewne gatunki „nierdzewiejącej stali" (stainless steel), których odporność na erozję kilkadziesiąt razy przewyższa odporność mosiądzu.

Dla wprowadzanych obecnie wysokich ciśnień początkowych ze względu na zużycie łopatek i na osiągnięcie wyższej sprawności konieczne jest stosowanie dodatkowego międzystopniowego przegrzewania pary; które utrzymuje cały przebieg rozprężenia w sferze pary suchej, a prócz tego, przy zachowaniu pewnych warunków, podnosi ogólną sprawność obiegu; przegrzanie takie coraz częściej stosuje się w nowobudowanych turbinowniach amerykańskich i angielskich.

SEKCJE KOTŁÓW WYSOKOPRĘŻNYCH.

Konstruktor kotłów wysokoprężnych powinien unikać spawań i zarazem dążyć do form statecznych, których wyrazem są walczak, kula, ewentualnie elipsa. Nie wszystkie jednak konstrukcje zezwalają na zachowanie idealnej formy, a do takich zaliczyć należy komory, łączące opłomki z walczakiem lub komory dla rurek



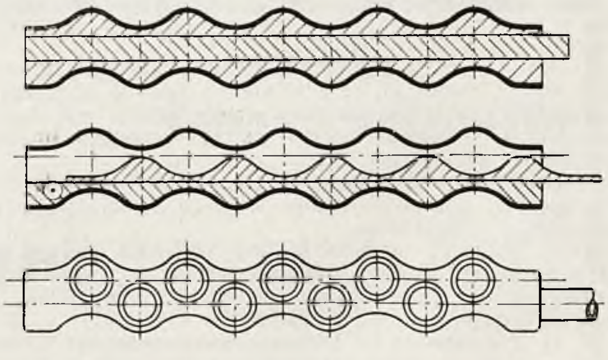
Rys. 1.



Rys. 2.

przegrzewacza. Konstruktor zmuszony nieraz do stosowania komór dużych wymiarów, pomimo wzmocnienia ich zespórkami, dzielić je musi na mniejsze sekcje, całkowitą zaś odpowiedzialność za dobroć przerzuca na warsztat wykonawczy.

Dawny sposób spawania sekcyj wzdłuż został zupełnie zaniechany, obecnie zaś używane są rury bez szwu, którym tłocznia nadaje prostokątną formę (rys. 1—2).



Rys. 3.

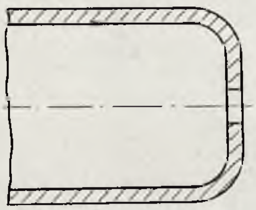
Dla lepszego zmieszania gazów spalinowych pionowe rzędy opłomek umieszcza się w szachownicę,

wskutek czego zachodzi potrzeba nadania sekcjom formy wężykowatej.

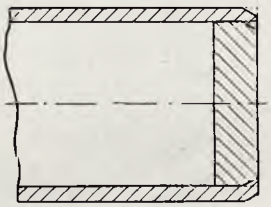
Dla otrzymania tej formy, prostokątna rura po nagrzaniu jej zostaje wytłoczona zapomocą odpowiednich profili i wstawek klinowych (rys. 3).

Pozostają dwa końcowe otwory, które należy zamknąć.

Najwłaściwszym, lecz dość trudnym sposobem jest skuwanie końców (ściąganie), przyczem sam środek (rys. 4.) zostaje bądź spojony, bądź rozwiercony dla umieszczenia odpowiedniego króćca.



Rys. 4.

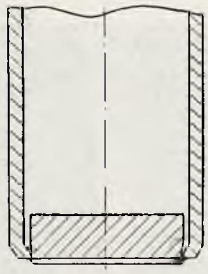


Rys. 5.

Drugi sposób polega na wstawieniu denka o bokach ściętych (rys. 5) i skuciu połączenia na koksie, lub gazie wodnym tak, aby zagięte końcówki sekcji obejmowały denko.

Niektóre wytwórnie (rys. 6) zakładają denko luźno do sekcji i zalewają je następnie z zewnątrz. Oczywiście zachodzić może w tym wypadku uzasadniona obawa co do całkowitego spojenia materjału, kontrola zaś wykonania jest bardzo utrudniona. Pozostaje poleganie na sumienności i sprawności wykonawcy.

Wykonanie tego rodzaju jest niedopuszczalne szczególniej w sekcjach przegrzewaczy, gdyż para, wydobywająca się przez najmniejszą nawet szczelinę w krótkim czasie powiększa nieznaczny początkowo otwór, zmuszając niejednokrotnie do natychmiastowego unieruchomienia kotła.



Rys. 6.

Dokładne zbadanie wykonanych tym właśnie sposobem komór przegrzewacza pewnego nowoustawionego kotła zagranicznego o ciśnieniu 15 at wykazało, że materjał denka i sekcji nie był wcale spojony (złączony), końce sekcji nie były wcale zagięte, spoina zaś denka zalana była sposobem acetylenowym.

Z powyższego wynika, że przy badaniu nowoustawionych kotłów wskazana jest najdalej posunięta ostrożność, zwłaszcza w częściach spawanych.

R. B.

KOMUNIKATY STOWARZYSZENIA DOZORU KOTŁÓW W WARSZAWIE.

PROTOKÓŁ

8-GO ZWYCZAJNEGO WALNEGO ZGROMADZENIA DELEGATÓW CZŁONKÓW STOWARZYSZENIA DOZORU KOTŁÓW W WARSZAWIE w dniu 14 maja 1925 roku.

(STRESZCZENIE).

1) Wiceprezes Rady Nadzorczej Stowarzyszenia, p. Edward Wagner, zagajając posiedzenie, wspomniał o zgonie delegatów członków Stowarzyszenia oraz członków Rady Nadzorczej na Walne Zgromadzenie ś. p. Józefa Tomickiego i ś. p. Stanisława Skarbińskiego, oraz starszego urzędnika działu statystyki przy biurze Zarządu Stowarzyszenia, ś. p. Karola Unolda, pamięć których Walne Zgromadzenie uczciło przez powstanie.

2) Następnie p. wiceprezes Rady Nadzorczej, Edward Wagner zaproponował wybór na przewodniczącego Zebrania p. Tomasza Kociatkiewicza, wiceprezesa Zarządu, oraz na sekretarza p. inżyniera Wacława Schrammego, co Walne Zgromadzenie zaakceptowało jednomyślnie.

Pan Tomasz Kociatkiewicz, dziękując Walnemu Zgromadzeniu za wybór, stwierdził, że Zebranie na mocy § 30 Statutu jest prawomocne i do rozpatrywania zmiany Statutu, ponieważ jest obecnych na zebraniu więcej, niż $^1/_{10}$ wszystkich delegatów członków Stowarzyszenia.

Następnie przewodniczący zebrania, p. Tomasz Kociatkiewicz odczytał porządek dzienny Walnego Zgromadzenia, który jednomyślnie zatwierdzono.

3) Sekretarz inżynier Wacław Schramme odczytał protokół poprzedniego Walnego Zgromadzenia Delegatów członków Stowarzyszenia z dnia 15 listopada 1924 r., który Walne Zgromadzenie jednomyślnie zatwierdziło.

4) Przystąpiono do rozpatrzenia sprawozdania Stowarzyszenia za 1924 rok, które uprzednio zostało rozesłane wszystkim delegatom członków na Walne Zgromadzenie. Sprawozdanie jednomyślnie zatwierdzono.

5) Członek Komisji Rewizyjnej, inżynier Lucjan Orłowski, odczytał protokół Komisji Rewizyjnej z dnia 7 kwietnia 1925 roku.

6) Przystąpiono do rozpatrzenia rachunku strat i zysków oraz bilansu za 1924 rok.

Pan prof. Chrzanowski odczytał preliminarz budżetowy na rok 1924 równolegle z bilansem za rok 1924 i zaznaczył, że sumy preliminowane i rzeczywiście wydatkowane nie zostały w żadnej pozycji przekroczone.

Po wyczerpującej dyskusji, w której brali udział pp. Tepicht Kowalski, prof. Chrzanowski i inni, Walne Zgromadzenie zatwierdziło jednomyślnie przedstawiony rachunek strat i zysków, oraz bilans za rok 1924. Przewyżkę dochodów nad wydatkami w sumie złotych 308,11 postanowiono przenieść na 1925 rok i podziękowano Komisji Rewizyjnej za jej pracę. Równocześnie Walne Zgromadzenie, w myśl wniosku Komisji Rewizyjnej, pokwitowało jednomyślnie Radę Nadzorczą i Zarząd z powierzonych czynności za 1924 rok.

7) Stosownie do § 38 Statutu Stowarzyszenia przystąpiono do wyboru członków Rady Nadzorczej na miejsce ustępujących i tych, którzy zmarli lub są przewlekle chorzy.

Wybrani zostali do Rady Nadzorczej przez głosowanie kartkami pp.: Oskar Saenger, D-r Bruno Biederman, prof. Edmund Chromiński, Joachim Hempel, Ludwik Pannenko, Witold Sągajłło, Zygmunt Bielski, Jan Eustachy Kowerski.

8) Stosownie do § 51 Statutu wybrano trzech członków Komisji Rewizyjnej. Wybrani zostali przez głosowanie kartkami pp.: Maksymiljan Lisowski, Henryk Martens i Lucjan Orłowski.

9) Następnie określono wysokość djet dla delegatów członków Stowarzyszenia, oraz wynagrodzenia członków Rady Nadzorczej, Zarządu i Komisji Rewizyjnej.

10. W sprawie zmiany § 7-go Statutu Stowarzyszenia Walne Zgromadzenie Delegatów Członków Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie uchwaliło jednomyślnie następujący wniosek:

§ 7-my Statutu Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie ma brzmieć: „Stowarzyszenie jest osobą prawną i może w swojem imieniu nabywać i wyzbywać się ruchomości, nieruchomości, oraz wszelkich innych praw majątkowych w drodze kupna,

zamiany, darowizny i t. d., przyjmować na siebie zobowiązania, oraz występować przed sądami w charakterze powoda, pozwanego w charakterze osób trzecich, poszkodowanego i wogóle we wszelkich formach, jakie przewiduje ustawa postępowania cywilnego i karnego".

Jednocześnie Walne Zgromadzenie upoważniło Zarząd Stowarzyszenia do przedstawienia wniosku powyższego P. Ministrowi Przemysłu i Handlu do zatwierdzenia.

11) Przewodniczący, p. Tomasz Kociatkiewicz zakomunikował Walnemu Zgromadzeniu, że w roku 1925 upływa trzechletnia kadencja delegatów członków Stowarzyszenia na Walne Zgromadzenie, wobec czego stosownie do § 18 Statutu Rada Nadzorcza na posiedzeniu w dniu 15 kwietnia 1925 r. określiła następujące Okręgi Wyborcze, oraz przewodniczących i zastępców Zgromadzeń Okręgowych z pośród członków Rady Nadzorczej Stowarzyszenia:

I. WARSZAWA—BIAŁYSTOK.
Przewodniczący — p. Jerzy Łempicki,
Zastępca . . . — p. Tomasz Kociatkiewicz.

II. ŁÓDŹ.
Przewodniczący — D-r Bruno Biederman,
Zastępca . . . — p. Edward Wagner.

III. DĄBROWA—KIELCE.
Przewodniczący — p. Tomasz Kociatkiewicz,
Zastępca . . . — p. prof. Edmund Chromiński.

IV. KRAKÓW I ŚLĄSK CIESZYŃSKI.
Przewodniczący — p. Stanisław Bieliński,
Zastępca . . . — p. Edmund Chromiński.

V. LWÓW, TARNOPOL I STANISŁAWÓW.
Przewodniczący — p. Leon Podleski,
Zastępca . . . — p. Władysław Szaynok.

VI. LUBLIN, WOŁYŃ I POLESIE.
Przewodniczący — p. Edmund Znatowicz,
Zastępca . . . — p. Ludwik Hafner.

VII. WILNO—NOWOGRÓDEK.
Przewodniczący — Edmund Chromiński,
Zastępca . . . — p. Jerzy Łempicki.

Obwieszczenia Stowarzyszenia o wyborach delegatów z wyszczególnieniem dnia i godziny, na którą zwołuje się zebranie i adresów lokali, w których mają się odbyć zebrania, stosownie do § 8 Statutu ogłoszone będą dwukrotnie w dziennikach, których nazwę i liczbę oznaczy Rada Nadzorcza.

12) Następnie Walne Zgromadzenie uchwaliło jednomyślnie wnioski upoważniające Radę Nadzorczą, ew. Zarząd, do sporządzania wszelkiego rodzaju i treści aktów notarjalnych i hipotecznych.

W. S.



Druk. „A. Michalski", sp. z o. o. Warszawa, Chmielna 27. Telefon 27-15.